

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

(11)Publication number : 11-175151

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

G05D 1/02

B25J 9/16

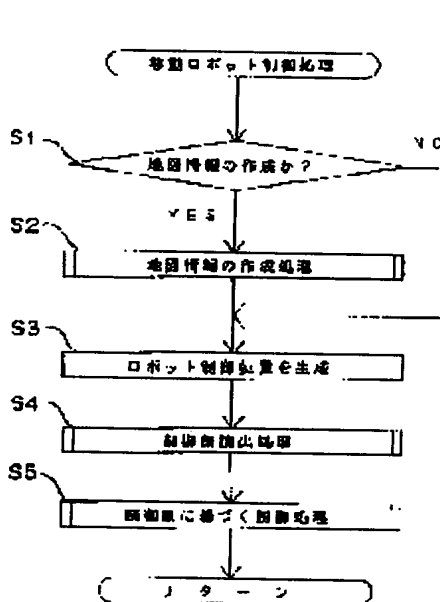
(21)Application number : 09-338333

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 09.12.1997

(72)Inventor : TAKAGI AKIRA

## (54) METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING MOVING ROBOT AND RECORDING MEDIUM



### (57)Abstract:

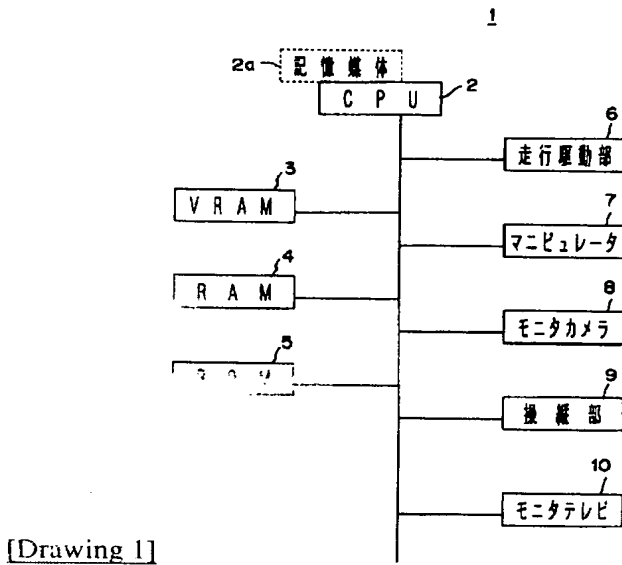
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable a robot to adapt itself flexibly to different work places and to increase the readout speed of a control rule.

**SOLUTION:** Control rule numbers corresponding to a control rule one to one for every pixel are determined and read in a control rule data array for every pixel, to generate map information wherein the control rules regarding movement for every specified area are described (S2). The command position of a moving robot is generated (S3) from its current position and an operation instruction to the moving robot, coordinates of the command position on an X-Y coordinate system are found, and a control rule is read out (S4) by matching the control rule number of the corresponding coordinates in the control rule data array against a number-control rule corresponding table showing the corresponding relation between the control rule numbers and control rules corresponding to the control rule numbers, thereby controlling the movement of the robot according to the control

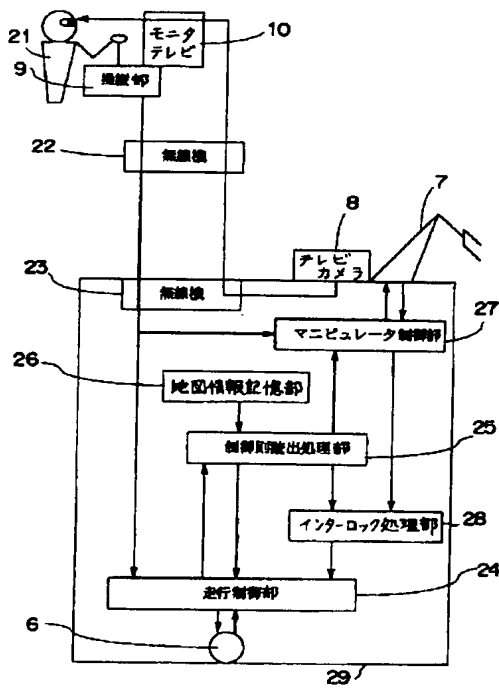
rule.

## DRAWINGS

本発明に係る実施形態の  
回路構成を示すブロック図



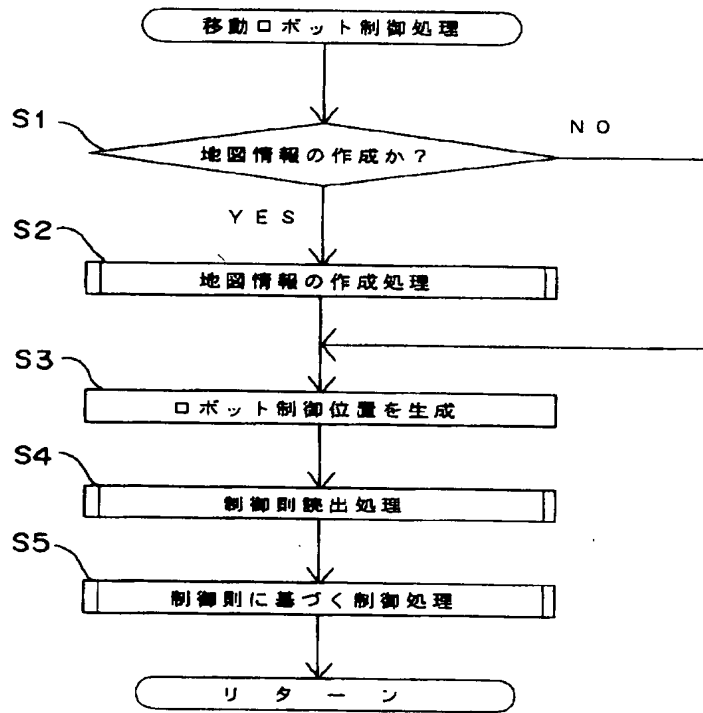
本発明の移動ロボットの  
制御装置の全体構成を示す図



番号—制御則パラメータ対応表の  
一例を示す図

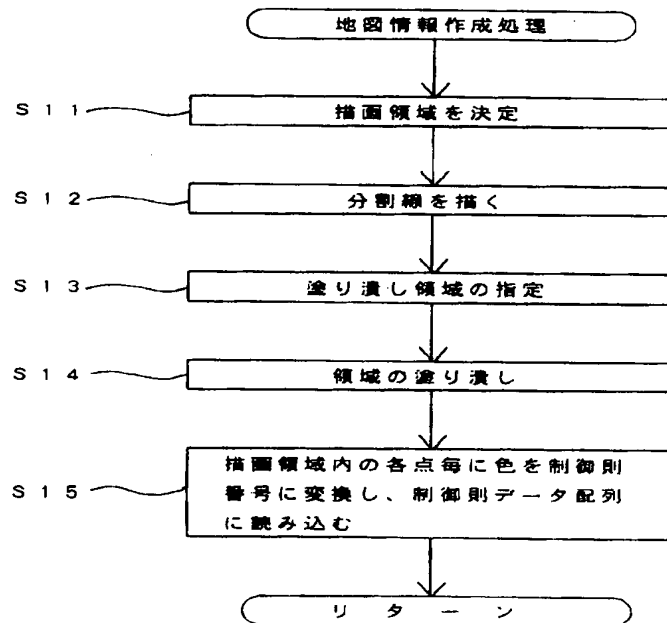
制御 番号	テレビカメラ制御パラメータ		走行制御パラメータ		制御 番号
	動作可/ 不可	動作範囲	走行可/ 不可	操作可/ 不可	
0	1	広い	1	1	有り
1	1	広い	1	1	なし
2	1	狭い	1	1	なし
3	1	広い	0	1	なし
4	0	広い	1	0	なし

本発明の移動ロボット制御処理を  
説明するフローチャート



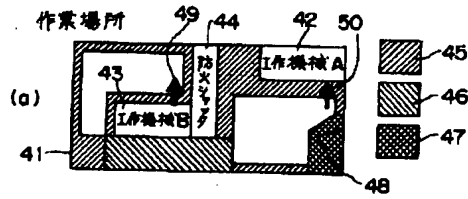
[Drawing 3]

本発明の地図情報作成処理を  
説明するフローチャート

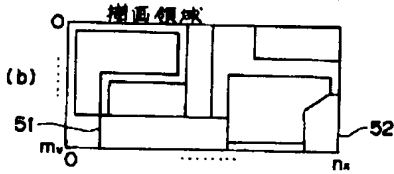


[Drawing 4]

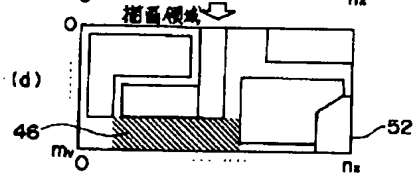
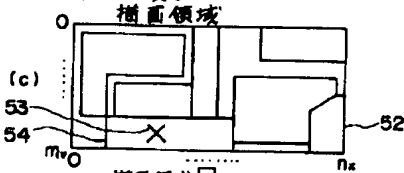
地図情報の作成手順を示す図



描画サイズの決定と分割線の描画

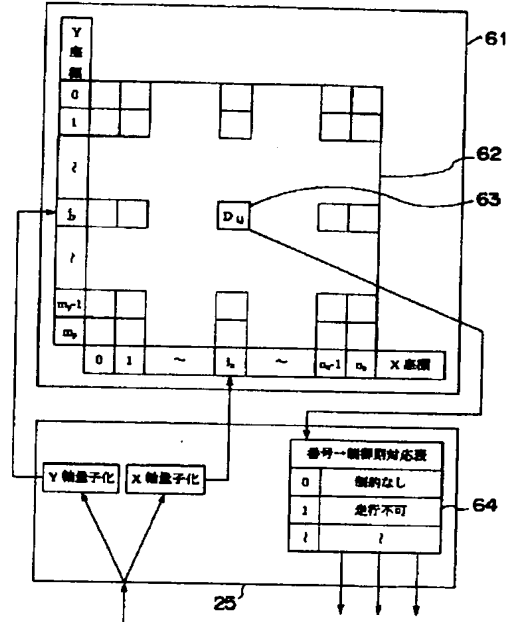


領域の塗り潰し



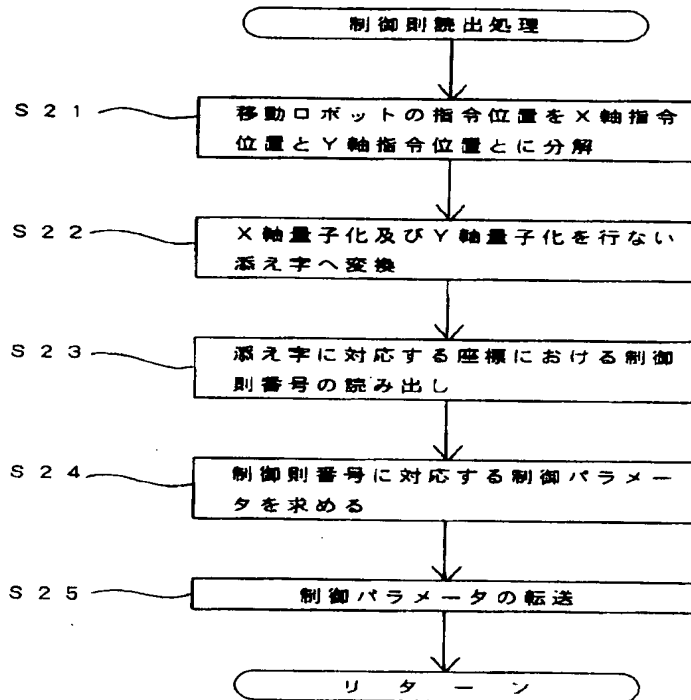
[Drawing 5]

地図情報からの制御則の読み出しを示す図



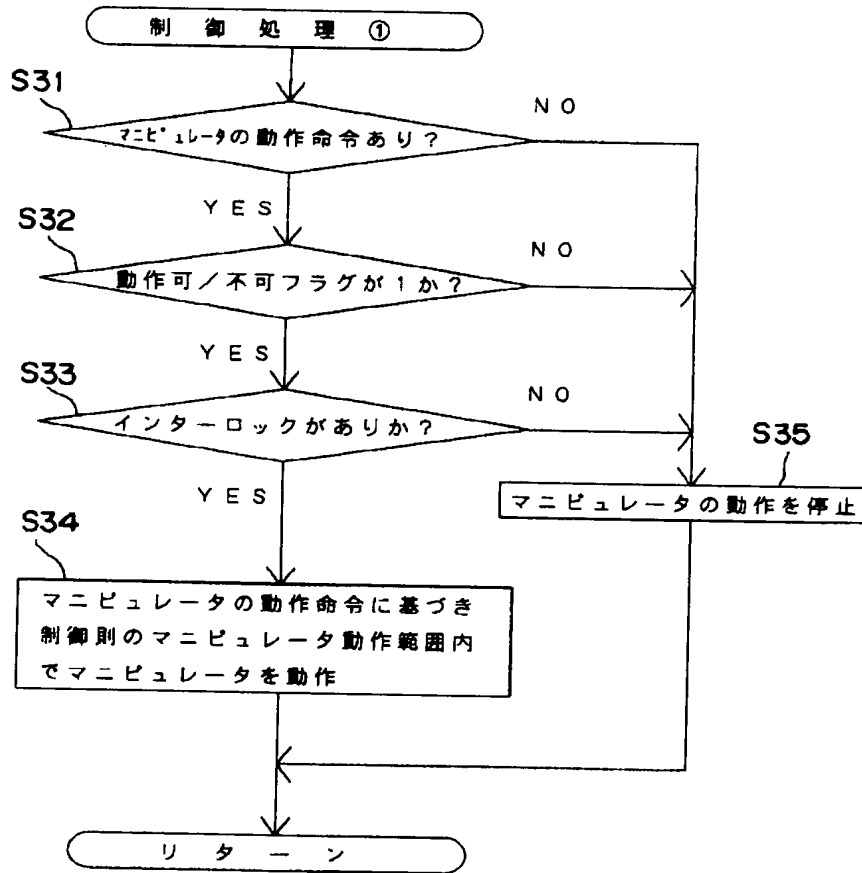
[Drawing 7]

本発明の制御則読み出し処理を説明するフローチャート



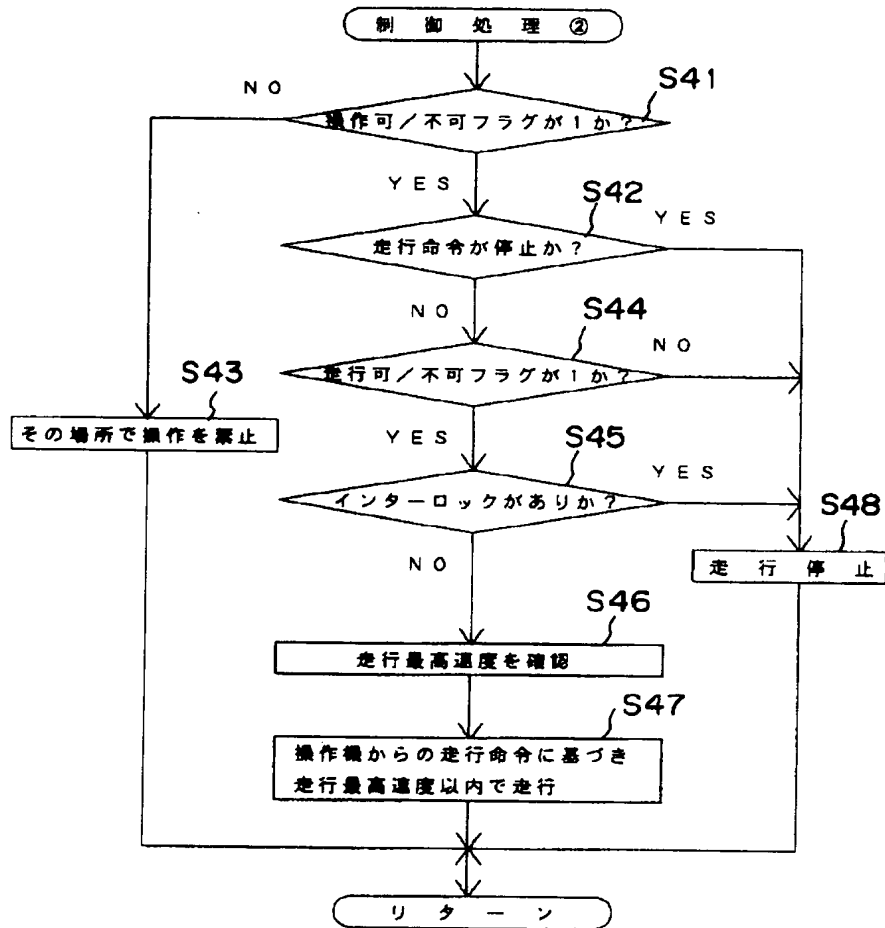
[Drawing 6]

本発明のマニピュレータ制御パラメータに  
基づくマニピュレータの制御処理を説明する  
フローチャート



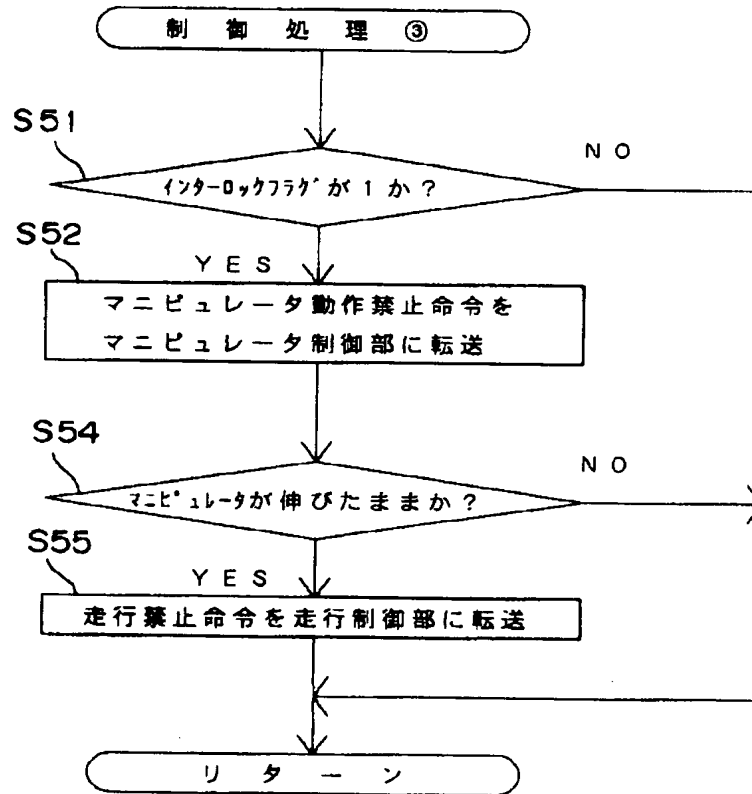
[Drawing 9]

本発明の走行制御パラメータに基づく  
走行制御部の制御処理を説明する  
フローチャート



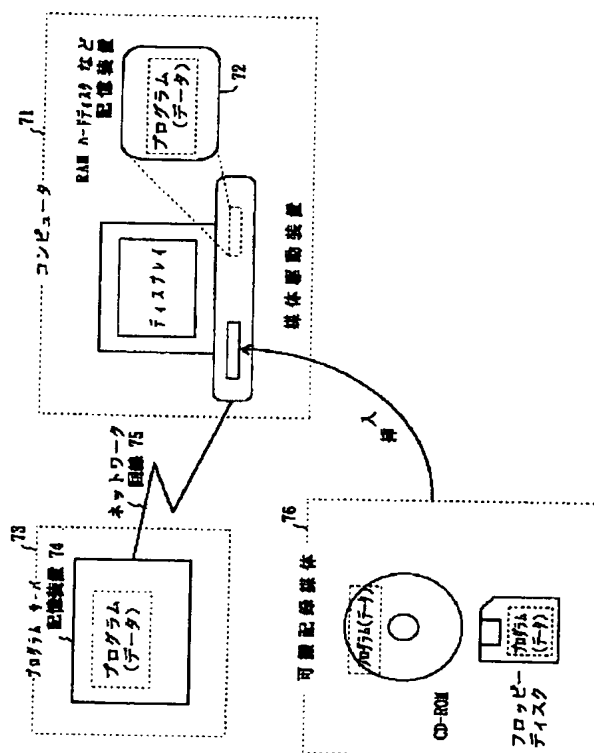
[Drawing 10]

本発明のインターロック種類に基づく  
インターロック処理を説明するフローチャート



[Drawing 11]

本発明のコンピュータが読み取り可能な  
記録媒体の例を示す図



[Drawing 12]

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention has the map information which defined the control law about migration for every predetermined field, and relates to the migration control technique of the mobile robot which performs migration control based on map information.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a mobile robot's migration control unit, a field is defined as a geometric graphic form, it has the map information which defined the control law for every field, and there is a migration control unit of the mobile robot which performs a penetration judging (it judges analytically whether it enters in the graphic form) based on the mathematical description of a graphic form of defining a field etc.

[0003] In this mobile robot's migration control device, the image data of the image of the travelling direction caught with a mobile robot's television camera is processed, the geometric description is extracted, and the map information which defined the control law for every description of this geometric description and the geometric graphic form set up beforehand is compared, and let the control law of the nearest geometric graphic form be the control law of the travelling direction caught with that television camera.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When making it correspond to two or more work sites conventionally as mentioned above, the image data of the travelling direction caught with a mobile robot's television camera was processed, the geometric description was extracted, the map information which



defined the control law for every description of this geometric description and the geometric graphic form set up beforehand was compared, and the control law of the nearest geometric graphic form was made into the control law of the travelling direction caught with that television camera. Therefore, processing the image data of the travelling direction caught with a mobile robot's television camera, and extracting the geometric description took time amount, and the processing which compares the map information which defined the control law further for every description of this geometric description and the geometric graphic form set up beforehand had taken time amount.

[0005] Moreover, in order to enable it to correspond to the work site where many differ, a setup of the control law over the description of a geometric graphic form had to be increased. therefore, the map information and the geometric description of the image data of a travelling direction of having many descriptions of a geometric graphic form more were compared, about processing of a judgment of a control law, when there was no line, it did not become, but processing of a judgment of a control law took time amount further.

[0006] Thus, when processing which time amount requires was performed, in order to always apply a control law, there was a trouble of being hard to obtain sufficient read-out rate. Moreover, since the map information and the geometric description of the image data of a travelling direction of having two or more descriptions of a geometric graphic form were compared and the judgment of a control law was processed, when the number of the defined fields increased, further, time amount borrowed from processing of a judgment of a control law, and there was a trouble that a read-out rate will become slow.

[0007] The technical problem of this invention is gathering the read-out rate of a control law while enabling it to correspond to two or more different work sites flexibly.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order that this invention may solve the above-mentioned technical problem, the map information which described the control law about migration of a mobile robot for every predetermined field with the map information creation means is created.

[0009] A control-law read-out means generates the command location which is a location which a mobile robot moves to a degree from the instruction of operation to a mobile robot's transit current position and a mobile robot, and the control law of the location corresponding to this command location is read from said map information.

[0010] It can respond to two or more work sites, without performing special processing by preparing map information for every work site, since migration of a mobile robot is controlled by the migration robot control means based on the control law read with the instruction of operation from the operation section, and said control-law read-out means.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it explains, referring to a drawing about the operation gestalt of this invention. The operation gestalt of this invention determines the control-law number which corresponds by 1 to 1 as a control law for every pixel, is reading the control-law number into a control-law data array for every pixel, and creates the map information which described the control law about migration for every predetermined field.

[0012] The command location which is a location which a mobile robot moves to a degree is generated from the instruction of operation to a mobile robot's transit current position and a mobile robot, the coordinate on X-Y coordinate system of the command location is searched for, and the control-law number of the coordinate to which a control-law data array corresponds is read.

[0013] And it refers to the number-control-law conversion table showing the correspondence relation of the control law corresponding to a control-law number and a control-law number for the control-law number, a control law is read, and migration of a mobile robot is controlled based on the control law.

[0014] It explains referring to drawing 1 about the whole control unit configuration of the mobile robot of the operation gestalt of this invention. Especially CPU2 performs required processing in this mobile robot's

29 control unit 1 based on the currency information of the instruction of operation and mobile robot from the operation section 9 by the program memorized by record-medium 2a of the exterior with which the storage which is not illustrated is equipped, or ROM5, using VRAM3 and RAM4.

[0015] The transit mechanical component 6 operates based on the control parameter of the control law in the current position of the mobile robot 29 from the transit actuation instruction generated based on the instruction of operation from the operation section 9, and CPU2.

[0016] A manipulator 7 operates based on the control parameter of the control law in the current position of the mobile robot 29 from the instruction of operation and CPU2 from the operation section 9. The monitor camera 8 catches the image of a mobile robot's 29 travelling direction, and a monitor TV 10 projects the image.

[0017] If the operation section 9 is operated while a worker looks at the image projected on the monitor TV 10, it will transmit the instruction of operation according to an actuation situation to CPU2, a mechanical component 6, and a manipulator 7.

[0018] Below, it explains, referring to drawing 2 about outline actuation of the control unit 1 of the mobile robot 29 of the operation gestalt of this invention. Drawing 2 is drawing showing a mobile robot's 29 control unit 1, and the whole operation section 9 configuration.

[0019] The image caught with a mobile robot's 29 television camera 8 is projected on a monitor TV 10. If a worker 21 operates the operation section 9, looking at the image, an instruction of operation will be transmitted to the walkie-talkie 23 with which the instruction of operation according to an actuation situation is built in the mobile robot 29 through the walkie-talkie 22 from the operation section 9.

[0020] The instruction of operation transmitted to the walkie-talkie 23 built in the mobile robot 29 is transmitted to the transit control section 24 and the manipulator-control processing section 27, and control processing based on the instruction of operation is performed.

[0021] In addition, when the same time amount as time amount until a command location asks for a command location from the current position and an instruction of operation, it reads the control parameter of a control law based on the command location and the control parameter is transmitted to the transit control section 24 and a manipulator 7 passes, it is the location in which a mobile robot 29 is located, and let each pixel of map information be a very small thing compared with a mobile robot 29.

[0022] Moreover, the transit control section 24 generates the command positional information of the command location which is a location which a mobile robot 29 moves to a degree from the transit currency information which is the information on a mobile robot's 29 current position transmitted from the transit mechanical component 6, and an instruction of operation. The generated command positional information is transmitted to the control-law read-out processing section 25.

[0023] Based on command positional information, from the map information storage section 26, the control-law read-out processing section 25 reads the manipulator control parameter, transit control parameter, and interlocking class of control law, transmits a manipulator control parameter to the manipulator-control processing section 27, transmits a transit control parameter to the transit control section 24, and transmits an interlocking class to the interlocking processing section 28 respectively.

[0024] The manipulator-control processing section 27 transmits the current status information of a manipulator 7 to the interlocking processing section 28 while controlling actuation of a manipulator 7 based on an instruction of operation and a manipulator control parameter.

[0025] The interlocking processing section 28 transmits interlocking data to the transit control section 24 based on an interlocking class and the current condition of a manipulator 7. The transit control section 24 performs transit control based on an instruction of operation, a transit control parameter, and interlocking data.

[0026] In addition, the transit control section 24, the control-law read-out processing section 25, and the manipulator-control processing section 27 express virtually the function in which CPU2 is realized by performing the program stored in record-medium 2a or ROM5, and the map information storage section 26

expresses virtually the function realized by VRAM3.

[0027] Below, detailed actuation of the operation gestalt of this invention is explained, referring to drawing 11 from drawing 3. The actuation by the whole control unit 1 of the mobile robot 29 of the operation gestalt of this invention is explained.

[0028] Drawing 3 is the flow chart of the migration robot control processing by the operation gestalt of this invention performed by performing the program in which CPU2 was stored in record-medium 2a.

[0029] First, by actuation of the operation section 9, if it is creation of new map information, since map information will be created, it judges whether it is creation of map information (S1), and map information is created (S2).

[0030] The detail of the creation procedure of map information is explained referring to drawing 4 and drawing 5. Drawing 4 is the flow chart of map information creation processing, and drawing 5 is drawing having shown the creation procedure of map information. It explains making drawing 4 and drawing 5 correspond.

[0031] Before explaining the creation procedure of map information, every convention when controlling the room arrangement and mobile robot 29 of a work site which create as an example of the creation procedure of map information is described.

[0032] The room arrangement of the work site 41 to be created as an example of the creation procedure of map information from now on has a machine tool A42 and a machine tool B43, and a mobile robot 29 shall sample the work piece processed with the machine tool B43 according to operation of a worker 21 in the direction of an arrow head 49, and shall insert into a machine tool A42 in the direction of an arrow head 50. A rolling fire door 44 shall be between a machine tool A42 and a machine tool B43, and the rolling fire door 44 shall usually be opened. Moreover, the work site 41 shall be surrounded with the wall in the surroundings, and shall have a door 48. In addition, the location in the detection system of a mobile robot's 29 command location shall be expressed on the wall of a work site 41, and the rectangular coordinate system which has an axis of coordinates in parallel.

[0033] Moreover, when you control migration of a mobile robot 29 in a work site 41, suppose that there are every following conventions.

\*\* The perimeter of a wall and a machine must run slowly.

\*\* A manipulator 7 must be contracted when escaping from a narrow location.

\*\* Don't advance around a door 48. Moreover, don't advance into a machine and a rolling fire door 44.

[0034] A control law is decided on the location which applies every convention, respectively as the low-speed travel corridor 45 (it corresponds to \*\* for every convention), the manipulator actuation improper field 46 (it corresponds to \*\* for every convention), and a penetration improper field 47 (it corresponds to \*\* for every convention). In addition, the manipulator actuation improper field 46 shall perform low-speed transit for simplification.

[0035] The creation procedure of map information is explained the above condition. First, the location which applies every convention is distinguished, respectively as the low-speed travel corridor 45, the manipulator actuation improper field 46, and a penetration improper field 47, and the drawing field 52 is determined (S11). Let magnitude of the drawing field 52 be as large a thing as for the field in which a control law is different to be pushed aside. Moreover, it becomes the magnitude of a control-law data array which the number of pixels in every direction in the drawing field 52 mentions later.

[0036] The line and parting line 51 which divide the drawing field 52 into the field to which control laws differ like drawing 5 (b) next are drawn (S12). The drawing color of a parting line 51 is made into a different thing from the continuous tone color mentioned later.

[0037] About each field divided by the parting line 51, as shown in drawing 5 (c), the point 53 of the arbitration in a field is specified (S13), and as shown in drawing 5 (d), it smears away by the color showing the control law in the field (S14). In addition, since the location of drawing 5 (c) passes between a machine tool B43 and walls and between a rolling fire door 44 and a wall, it will pass through a narrow location and

\*\* is applied the whole constraint when controlling a robot. Therefore, it becomes the manipulator actuation improper field 46, and is smeared away by the color of the control law applied to this manipulator actuation improper field 46.

[0038] The colors showing a control law are a control law and a color which corresponded by 1 to 1, and are tested by comparison and changed into the control-law-color conversion table which is not illustrated especially. Moreover, since continuous tone is the same method as the continuous tone on general video memory, it omits explanation here. By processing this continuous tone, the data of the array corresponding to the point in each field serve as a number of a control law.

[0039] In addition, the boundary of continuous tone is defined as follows.

- Up to a parting line 51 (a parting line 51 is included).
- Up to the edge of the drawing field 52 (an edge is included).
- Up to the point which is except the above and is not what the data of the array corresponding to the point express those without constraint to (the point is not included).

[0040] And a color is changed into a control-law number for each point in the drawing field 52, and map information can be created by reading into the control-law data array corresponding to a work site 41 (S15). It returns to explanation of whole actuation of the control unit 1 of the mobile robot 29 of the operation gestalt of this invention.

[0041] Next, it asks for the command location which is a location where a mobile robot 29 advances next from a mobile robot's 29 transit currency information, and the instruction of operation from the operation section 9 (S3). And the control law in the command location called for by processing of step S3 is read.

[0042] It explains referring to drawing 6 and drawing 7 about the detail of read-out processing of a control law. Drawing 6 is the flow chart of control-law read-out processing, and drawing 7 is drawing showing read-out of the control law from map information.

[0043] First, the control-law read-out processing section 25 decomposes the command positional information from the transit control section 24 into Y-axis command positional information and X-axis command positional information (S21). The value of the integer showing the coordinate location of Y-axis command positional information and X-axis command positional information The value of the Y-axis of the control-law data array 62 corresponding to the ratio [ as opposed to the maximum of the Y-axis command location of Y-axis command positional information for conversion to (it is hereafter called a suffix) ] of the value of the Y-axis command location of Y-axis command positional information is calculated as a coordinate value jy of a Y-axis command location. Moreover, it carries out by the things (rounding off, cut-off, etc.) for which the value of the X-axis of the control-law data array 62 corresponding to the ratio of the value of the X-axis command location of X-axis command positional information to the maximum of the X-axis command location of X-axis command positional information is calculated as a coordinate value ix of an X-axis command location, and is integer-ized (S22).

[0044] The control-law number which expresses the control law of the coordinate from the coordinate Dij63 corresponding to the suffix for which it asked by processing of step S22 is read into the control-law read-out processing section 25 from the map information storage section 26 (S23).

[0045] The control-law number is checked with the number-control-law conversion table 64, and it asks for the control parameter of the control law corresponding to a control-law number. In addition, the number-control-law conversion table 64 is a table which uses a control-law number and the train of a corresponding control parameter as an element.

[0046] Here, an example of the number-control-parameter conversion table showing correspondence of the control parameter of a control-law number and a control law is shown in drawing 8. A control parameter has a manipulator control parameter, a transit control parameter, an interlocking class, etc.

[0047] A manipulator control parameter is transmitted to the manipulator-control processing section 27, is a parameter which controls actuation of a manipulator 7, and has of operation good / improper flag and manipulator operating range.

[0048] A transit control parameter is transmitted to the transit control section 24, is a parameter which controls actuation of the transit mechanical component 6, and has transit good / improper flag, actuation good / improper flag, and full speed.

[0049] If an interlocking class is transmitted to the interlocking processing section 28 and has interlocking, it will forbid actuation of the manipulator-control processing section 27, and will transmit a transit restraining order to the transit control section 24 based on the current condition of a manipulator 7, and will stop the transit mechanical component 6.

[0050] It returns to explanation of whole actuation of the control unit 1 of the mobile robot 29 of the operation gestalt of this invention. Next, based on the manipulator control parameter transmitted from the control-law read-out processing section 25, a transit control parameter, and an interlocking class, actuation of a manipulator 7 and the transit mechanical component 6 is controlled (S5). It explains referring to drawing 11 from drawing 9 about control processing of actuation of a manipulator 7 and the transit mechanical component 6.

[0051] In performing control processing as an example of control of actuation of a manipulator 7 and the transit mechanical component 6, it explains as what has the constraint on the following actuation as a control law.

(A) Forbid actuation of a manipulator 7 by the location. Moreover, while the manipulator 7 had been extended, it forbids advancing into the location (manipulator actuation improper field 46).

(B) A location restricts a mobile robot's 29 travel speed (low-speed travel corridor 45).

(C) A location restricts the operating range of a mobile robot's 29 manipulator 7 (manipulator degeneration operating range).

(D) Forbid a mobile robot's 29 penetration by the location (penetration keepout area).

(E) By the location, forbid a halt by instruction of a mobile robot 29 of operation, and forbid actuation on that spot (actuation keepout area).

[0052] In order to realize said control law, it is realizable by setting up a control parameter as follows.

(a) Let a manipulator actuation improper field 46 interlocking class be those with interlocking.

(b) Set up low the full speed of a low-speed travel corridor 45 transit control parameter.

(c) Set up manipulator operating range narrowly by the manipulator degeneration operating-range manipulator control parameter.

(d) Suppose that transit is impossible by the penetration keepout area transit control parameter.

(e) Make the control parameter of an actuation keepout area manipulator control parameter of operation impossible [ actuation of the actuation control parameter of improper one of operation and a transit control parameter ].

[0053] First, it explains, referring to the flow chart of the control processing of a manipulator 7 based on the manipulator control parameter of drawing 9 about the control processing of a manipulator 7 based on a manipulator control parameter.

[0054] First, it judges whether there is any instruction of a manipulator 7 of operation (S31). If there is an instruction of a manipulator 7 of operation (YES), of operation good / improper flag will judge whether it is "1" (S32).

[0055] If there is no instruction of a manipulator 7 of operation, actuation of (NO) and a manipulator 7 will be suspended (S35). Of operation good / improper flag judges whether it is "1" (S32), and if of operation good / improper flag can be operated by the manipulator 7 "1", it will judge next whether there is any restraining order of the manipulator 7 by interlocking of operation (S33).

[0056] If a mobile robot's 29 command location becomes except an actuation keepout area, of operation good / improper flag will be set to "1" (actuation is possible) (YES). If a mobile robot's 29 command location is an actuation keepout area, of operation good / improper flag will be set to "0", and will suspend actuation of a manipulator 7 based on (NO) and the instruction of a manipulator 7 of operation (S35).

[0057] It will judge whether there is any restraining order of the manipulator 7 by interlocking of operation

(S33), and if a mobile robot's 29 command location is not the manipulator actuation improper field 46, there is no restraining order of the manipulator 7 by interlocking of operation, it will be in the operating range specified in the manipulator operating range of a manipulator control parameter based on the instruction of a manipulator 7 of operation, and a manipulator 7 will be operated (S34). In addition, if the operating range of a manipulator 7 is not restricted by manipulator operating range, a manipulator 7 is operated based on the instruction of a manipulator 7 of operation (S34).

[0058] If a mobile robot's 29 command location becomes manipulator actuation improper field 46, there will be a restraining order of the manipulator 7 by interlocking of operation, and actuation of a manipulator 7 will be suspended based on a restraining order of operation (S35).

[0059] It is in the operating range specified in the manipulator operating range of a manipulator control parameter based on the instruction of a manipulator 7 of operation when a mobile robot's 29 command location became by the above processing except the actuation keepout area, and a manipulator 7 can be operated, and if a mobile robot's 29 command location is an actuation keepout area, actuation of a manipulator 7 is controllable as the actuation of a manipulator 7 based on the instruction of a manipulator 7 of operation is forbidden. Moreover, if a mobile robot's 29 command location becomes manipulator actuation improper field 46, actuation of a manipulator 7 is controllable as actuation of a manipulator 7 is suspended based on the restraining order of the manipulator 7 by interlocking of operation.

[0060] Below, it explains, referring to the flow chart of the control processing of the transit mechanical component 7 based on the transit control parameter of drawing 10 about the control processing of the transit mechanical component 7 based on a transit control parameter.

[0061] First, a mobile robot's 29 command location is an actuation keepout area, and in order that actuation on that occasion may judge whether it is prohibition, actuation good / improper flag judges whether it is "1" (S41).

[0062] If a mobile robot's 29 command location is an actuation keepout area, actuation good / improper flag will be set to "0" (actuation is impossible), and actuation will be forbidden on that spot (S43). If a mobile robot's 29 command location is not an actuation keepout area, since actuation good / improper flag can be set to "1" (actuation is possible) and can run based on the instruction of operation from the operation section 9, the instruction of operation from the operation section 9 judges whether it is a halt (S42).

[0063] If an instruction of operation is a halt (YES), since the worker 21 operated the operation section 9 intentionally and stopped the mobile robot 29, the transit mechanical component 6 will be stopped according to an instruction of operation, and a mobile robot 29 will be suspended (S48).

[0064] If an instruction of operation is transit, before making the transit mechanical component 6 drive based on (NO), an instruction of operation, and a transit control parameter, it judges whether transit is good (S44). If a mobile robot's 29 command location is a penetration keepout area, transit good / improper flag will be set to "0" (transit is impossible), will stop the transit mechanical component 6, and will suspend a mobile robot 29 (S48).

[0065] If a mobile robot's 29 command location is not a penetration keepout area, since transit good / improper flag can be set to "1" (transit is possible) and can run based on the instruction of operation from the operation section 9, before making the transit mechanical component 6 drive based on an instruction of operation and a transit control parameter, it judges [ whether there is any transit halt by interlocking, and ] further (S45).

[0066] If the transit stop instruction by interlocking occurs (YES), the transit mechanical component 6 will be stopped and a mobile robot 29 will be suspended (S48). If there is no transit stop instruction by interlocking, the transit full speed of (NO) and a transit control parameter will be checked (S46), and based on the instruction of operation from the operation section 9, it runs within transit full speed (S47).

[0067] In addition, a mobile robot's 29 command location is located in the manipulator actuation improper field 46, and the transit stop instruction by interlocking is transmitted to the transit control section 24 from the interlocking processing section 28, when it is in the condition in which the manipulator 7 was extended.

[0068] If it is in the condition in which a mobile robot's 29 command location was located in the manipulator actuation improper field 46, and the manipulator 7 was extended by the above processing. If it is an actuation keepout area, when transit is suspended with interlocking, it will suppose that transit is impossible, using transit good / improper flag as "0" if it is a penetration keepout area, and there is an instruction of operation. moreover, transit good / improper flag -- "1" (transit is possible) -- if it becomes, actuation can be made improper, being able to use actuation good / improper flag as "0."

[0069] Below, it explains interlocking [ which is applied by the control processing of the manipulator-control processing section 27 based on said manipulator control parameter, and the control processing of the transit mechanical component 7 based on said transit control parameter ].

[0070] It explains referring to the flow chart of the interlocking processing of the interlocking processing section 28 based on the interlocking class of drawing 11 about the detail of interlocking.

[0071] If INTAROKKUFURAGU which is a flag which shows that interlocking is interlocking [ of the interlocking class of control parameter ] judges whether it is "1" (S51) and a mobile robot's 29 command location is located in the manipulator actuation improper field 46, INTAROKKUFURAGU will be set to "1" (YES) and will transmit a manipulator actuation restraining order to the manipulator-control processing section 27 (S52).

[0072] furthermore, INTAROKKUFURAGU -- "1" -- if a manipulator 7 becomes while the manipulator 7 had been extended, and \*\*\*\*\* was judged (S53) and had been extended when becoming (YES), a transit restraining order will be transmitted to the transit control section 24 (S54).

[0073] If a mobile robot's 29 command location is located in the manipulator actuation improper field 46, even if there is an instruction of a manipulator 7 of operation by the above processing, a manipulator actuation restraining order is transmitted to the manipulator-control processing section 27 by interlocking, and actuation of a manipulator 7 can be forbidden. Moreover, while the manipulator 7 had been extended, even if it is going to advance into the manipulator actuation improper field 46, a transit restraining order is transmitted to the transit control section 24 by interlocking, and it can stop in the location.

[0074] As mentioned above, according to a mobile robot's 29 command location, and the condition of a manipulator 7, a manipulator 7 and the transit mechanical component 6 can be controlled based on the read control law, and migration of a mobile robot 29 can be controlled.

[0075] Therefore, if the map information 61 is created according to a mobile robot's 29 work site 41. Since the control law of a mobile robot's 29 command location can be read and a mobile robot 29 can be controlled based on the control law from the created map information 61. It is not hard being said that the read-out rate for the read-out time amount of a control law not changing, but the processing time becoming long in order to perform special processing like before, and always applying a control law to a mobile robot 29 is obtained.

[0076] Moreover, if the map information 61 is created, the mobile robot 29 corresponding to two or more work sites 41 is realizable. In addition, this invention is not only restricted to a mobile robot as showed drawing 2, but a manipulator may apply it to the mobile robot which transmits an instruction of operation with the mobile robot which has more than one, a cable, etc.

[0077] In the operation gestalt of this invention moreover, as record-medium 2a. As shown in drawing 12, for example, a CD-ROM disk and a floppy disk, Furthermore, the MO disk, DVD-ROM disk which are not illustrated especially, Or the portable storages 76, such as a RIMU BAL disk, and the storage 74 of the program server 73 connected through the network circuit 75 from the computer 71 containing CPU2, Or the store 72 (RAM and hard disk) which computer 71 self has is contained.

[0078]

[Effect of the Invention] As mentioned above, as explained, while according to this operation gestalt the map information which described the control law about migration for every predetermined field is created and the mobile robot is moving. Generate a command location from the instruction of operation to a mobile robot's current transit location and a mobile robot, and the control law of the location of the map information corresponding to the command location is read. Since migration of a mobile robot is controlled based on the

instruction of operation and control law from a control unit, if only it creates the map information which described the control law, it can ask for a mobile robot's migration rule in two or more work sites, without performing special processing.

[0079] Moreover, since the processing which searches for the control law about migration of a mobile robot does not change even if a work site changes, the processing time becomes long, a read-out rate does not become slow, and sufficient read-out rate can be obtained.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the circuitry of the operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the whole control unit configuration of the mobile robot of this invention.

[Drawing 3] It is a flow chart explaining migration robot control processing of this invention.

[Drawing 4] It is a flow chart explaining map information creation processing of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the creation procedure of map information.

[Drawing 6] It is a flow chart explaining control-law read-out processing of this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing read-out of the control law from map information.

[Drawing 8] It is drawing showing an example of a number-control-law parameter conversion table.

[Drawing 9] It is a flow chart explaining the control processing of a manipulator based on the manipulator control parameter of this invention.

[Drawing 10] It is a flow chart explaining the control processing of a transit control section based on the transit control parameter of this invention.

[Drawing 11] It is a flow chart explaining the interlocking processing based on the interlocking class of this invention.

[Drawing 12] It is drawing showing the example of the record medium which the computer of this invention can read.

### [Description of Notations]

1 Control Unit

2 CPU

2a Record medium

3 VRAM

4 RAM

5 ROM

6 Transit Mechanical Component

7 Manipulator

8 Monitor Camera

9 Operation Section

10 Monitor TV

21 Worker

22 Walkie-talkie

23 Walkie-talkie

24 Transit Control Section

25 Control-Law Read-out Processing Section

26 Map Information Storage Section

27 Manipulator-Control Processing Section

28 Interlocking Processing Section

29 Mobile Robot



41 Work Site  
42 Machine Tool A  
43 Machine Tool B  
44 Rolling Fire Door  
45 Low-speed Travel Corridor  
46 Manipulator Actuation Improper Field  
47 Penetration Improper Field  
48 Door  
49 Arrow Head  
50 Arrow Head  
51 Parting Line  
52 Drawing Field  
53 Point of Arbitration  
61 Map Information  
62 Control-Law Data Array  
63 Coordinate Dij  
64 Number-Control-Law Conversion Table  
71 Computer  
72 Storage  
73 Program Server  
74 Storage  
75 Network Circuit  
76 Portable Record Medium

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The control approach of the mobile robot which characterizes by what the map information which described the control law about migration of a mobile robot for every predetermined field creates, the command location which is the location which a mobile robot moves to a degree generates from the instruction of operation to a mobile robot's transit current position and a mobile robot, the control law of the location corresponding to this command location reads, and migration of a mobile robot controls for from said map information based on the instruction of operation and said control law which read from the operation section.

[Claim 2] Said map information is the control approach of the mobile robot according to claim 1 characterized by being the control-law data array which is the two-dimensional array of the control-law number to which a drawing field corresponds to the whole work site, and two or more pixels which constitute the drawing field correspond by the control law and 1 to 1.

[Claim 3] The control approach of the mobile robot according to claim 2 characterized by drawing the parting line which divides said drawing field for every field where control laws differ, and dividing said drawing field for every field where control laws differ when creating said map information.

[Claim 4] The control approach of the mobile robot according to claim 3 characterized by smearing away a field by color which is different for every control law in said map information divided by the parting line when creating said map information.

[Claim 5] The control approach of the mobile robot according to claim 4 characterized by creating said map information by changing the color of each of said pixel into a control law and the control-law number which corresponds by 1 to 1, and reading into a control-law data array.

[Claim 6] The control approach of the mobile robot according to claim 2 characterized by reading the control-law number of the coordinate to which said command location is decomposed into the coordinate of the X-axis and a Y-axis, it decomposes into an X-axis command location and a Y-axis command location further, respectively, and a control-law data array corresponds in quest of the coordinate on X-Y coordinate system.

[Claim 7] The control approach of the mobile robot according to claim 2 which has a number control-law conversion table showing the correspondence relation of the control law corresponding to a control-law number and a control-law number, and is characterized by searching for said control law by checking said read control-law number with this number control-law conversion table.

[Claim 8] A map information creation means to create the map information which described the control law about migration of a mobile robot for every predetermined field, The control-law read-out means which generates the command location which is a location which a mobile robot moves to a degree from the instruction of operation to a mobile robot's transit current position and a mobile robot, and reads the control law of the location corresponding to this command location from said map information, The control unit of the mobile robot characterized by having a migration robot control means to control migration of a mobile robot based on the control law read with the instruction of operation from the operation section, and said control-law read-out means.

[Claim 9] Said map information is the control unit of the mobile robot according to claim 8 characterized by the drawing field serving as a control-law data array which is the two-dimensional array of the control-law number to which it corresponds to the whole work site and two or more pixels which constitute the drawing field correspond by the control law and 1 to 1.

[Claim 10] Said map information creation means is the control unit of the mobile robot according to claim 9 characterized by drawing the parting line which divides said drawing field for every field where control laws differ, and dividing said drawing field for every field where control laws differ.

[Claim 11] Said map information creation means is the control unit of the mobile robot according to claim 10 characterized by performing continuous tone of a field by color which is different for every control law in said map information divided by the parting line.

[Claim 12] Said map information creation means is the control unit of the mobile robot according to claim 11 characterized by creating said map information by changing the color of each of said pixel into a control law and the control-law number which corresponds by 1 to 1, and reading into a control-law data array.

[Claim 13] Said control-law read-out means is the control unit of the mobile robot according to claim 9 characterized by decomposing said command location into the coordinate of the X-axis and a Y-axis, decomposing into an X-axis command location and a Y-axis command location further, respectively, and reading said control-law number of a control-law data array in quest of the coordinate on X-Y coordinate system.

[Claim 14] Said control-law read-out means is the control unit of the mobile robot according to claim 9 which has a number control-law conversion table showing the correspondence relation of the control law corresponding to a control-law number and a control-law number, and is characterized by searching for said control law by checking said read control-law number with this number control-law conversion table.

[Claim 15] The function which creates the map information which described the control law about migration for every predetermined field, The function which generates the command location which is a location which a mobile robot moves to a degree from the instruction of operation to a mobile robot's transit current position and a mobile robot, and reads the control law of the location corresponding to this command location from said map information, The record medium with which the program for making a computer perform the function which controls migration of a mobile robot based on the instruction of operation and said read control law from the operation section was memorized in the format in which the read of said computer is possible.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-175151

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 5 D 1/02

G 0 5 D 1/02

K

B 2 5 J 9/16

B 2 5 J 9/16

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-338333

(22) 出願日 平成9年(1997)12月9日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 高木 昭

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大菅 義之

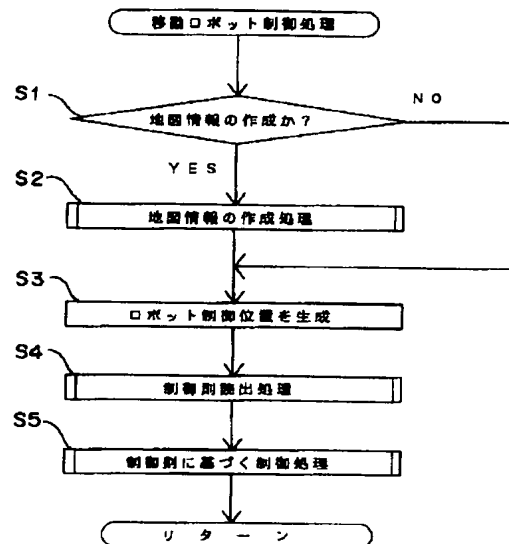
(54) 【発明の名称】 移動ロボットの制御方法、移動ロボットの制御装置、及び記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 異なる複数の作業場所に柔軟に対応できるようにするとともに、制御則の読み出し速度を上げることである。

【解決手段】 各画素毎に制御則と1対1で対応する制御則番号を定め、その制御則番号を各画素毎に制御則データ配列に読み込むことで、所定の領域毎に移動に関する制御則を記述した地図情報を作成する(S2)。移動ロボットの走行現在位置と移動ロボットに対する動作命令から移動ロボットの指令位置を生成し(S3)、その指令位置のX-Y座標系上の座標を求め、制御則データ配列の対応する座標の制御則番号を制御則番号と制御則番号に対応する制御則の対応関係を表わした番号-制御則対応表と照らし合せて制御則を読み出し(S4)、その制御則に基づき移動ロボットの移動を制御する(S5)。

本発明の移動ロボット制御処理を  
説明するフローチャート



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の領域毎に移動ロボットの移動に関する制御則を記述した地図情報を作成し、移動ロボットの走行現在位置と移動ロボットに対する動作命令から移動ロボットが次に移動する位置である指令位置を生成し、前記地図情報より該指令位置に対応する位置の制御則を読み出し、操縦部からの動作命令及び前記読み出した制御則に基づいて移動ロボットの移動を制御する、ことを特徴とする移動ロボットの制御方法。

【請求項 2】 前記地図情報は、描画領域が作業場所全体に対応し、描画領域を構成している複数の画素が制御則と 1 対 1 で対応する制御則番号の 2 次元配列である制御則データ配列であることを特徴とする請求項 1 記載の移動ロボットの制御方法。

【請求項 3】 前記地図情報を作成するときに、前記描画領域を制御則の異なる領域毎に分割する分割線を引いて前記描画領域を制御則の異なる領域毎に分割することを特徴とする請求項 2 記載の移動ロボットの制御方法。

【請求項 4】 前記地図情報を作成するときに、分割線によって分割された前記地図情報を制御則毎に異なる色で領域を塗りつぶすことを特徴とする請求項 3 記載の移動ロボットの制御方法。

【請求項 5】 前記各画素の色を制御則と 1 対 1 で対応する制御則番号に変換して制御則データ配列に読み込むことで前記地図情報を作成することを特徴とする請求項 4 記載の移動ロボットの制御方法。

【請求項 6】 前記指令位置を X 軸及び Y 軸の座標に分解し、更に X 軸指令位置及び Y 軸指令位置とにそれぞれ分解し、X-Y 座標系上の座標を求めて制御則データ配列の対応する座標の制御則番号を読み出すことを特徴とする請求項 2 記載の移動ロボットの制御方法。

【請求項 7】 制御則番号と制御則番号に対応する制御則の対応関係を表わした番号制御則対応表を有し、読み出した前記制御則番号を該番号制御則対応表と照らし合わせることで前記制御則を求めることを特徴とする請求項 2 記載の移動ロボットの制御方法。

【請求項 8】 所定の領域毎に移動ロボットの移動に関する制御則を記述した地図情報を作成する地図情報作成手段と、

移動ロボットの走行現在位置と移動ロボットに対する動作命令から移動ロボットが次に移動する位置である指令位置を生成し、前記地図情報より該指令位置に対応する位置の制御則を読み出す制御則読出手段と、操縦部からの動作命令及び前記制御則読出手段によって読み出した制御則に基づいて移動ロボットの移動を制御する移動ロボット制御手段と、を有することを特徴とする移動ロボットの制御装置。

【請求項 9】 前記地図情報は、描画領域が作業場所全体に対応し、描画領域を構成している複数の画素が制御

則と 1 対 1 で対応する制御則番号の 2 次元配列である制御則データ配列となっていることを特徴とする請求項 8 記載の移動ロボットの制御装置。

【請求項 10】 前記地図情報作成手段は、前記描画領域を制御則の異なる領域毎に分割する分割線を引いて前記描画領域を制御則の異なる領域毎に分割することを特徴とする請求項 9 記載の移動ロボットの制御装置。

【請求項 11】 前記地図情報作成手段は、分割線によって分割された前記地図情報を制御則毎に異なる色で領域の塗りつぶしを行なうことを特徴とする請求項 10 記載の移動ロボットの制御装置。

【請求項 12】 前記地図情報作成手段は、前記各画素の色を制御則と 1 対 1 で対応する制御則番号に変換して制御則データ配列に読み込むことで前記地図情報を作成することを特徴とする請求項 11 記載の移動ロボットの制御装置。

【請求項 13】 前記制御則読出手段は、前記指令位置を X 軸及び Y 軸の座標に分解し、更に X 軸指令位置及び Y 軸指令位置とにそれぞれ分解し、X-Y 座標系上の座標を求めて制御則データ配列の前記制御則番号を読み出すことを特徴とする請求項 9 記載の移動ロボットの制御装置。

【請求項 14】 前記制御則読出手段は、制御則番号と制御則番号に対応する制御則の対応関係を表わした番号制御則対応表を有し、読み出した前記制御則番号を該番号制御則対応表と照らし合わせることで前記制御則を求めることを特徴とする請求項 9 記載の移動ロボットの制御装置。

【請求項 15】 所定の領域毎に移動に関する制御則を記述した地図情報を作成する機能と、移動ロボットの走行現在位置と移動ロボットに対する動作命令から移動ロボットが次に移動する位置である指令位置を生成し、前記地図情報より該指令位置に対応する位置の制御則を読み出す機能と、操縦部からの動作命令及び前記読み出した制御則に基づいて移動ロボットの移動を制御する機能と、を計算機に実行させるためのプログラムが前記計算機が読取り可能な形式で記憶された記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定の領域毎に移動に関する制御則を定めた地図情報を有し、地図情報に基づき移動制御を行なう移動ロボットの移動制御技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】移動ロボットの移動制御装置として、幾何学的な図形として領域を定義し、領域毎の制御則を定めた地図情報を有し、領域を定義する図形の数学的な特徴に基づいて進入判定（図形内に入っているか否かを解析的に判定する）を行なう移動ロボットの移動制御装置

等がある。

【0003】この移動ロボットの移動制御装置では、移動ロボットのテレビカメラで捕えられた進行方向の画像の画像データを処理して幾何学的な特徴を抽出し、この幾何学的な特徴と予め設定された幾何学的な図形の特徴毎に制御則を定めた地図情報とを比較して、最も近い幾何学的な図形の制御則を、そのテレビカメラで捕えられた進行方向の制御則とする。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来は、複数の作業場所に対応させる場合、移動ロボットのテレビカメラで捕えられた進行方向の画像データを処理して幾何学的な特徴を抽出し、この幾何学的な特徴と予め設定された幾何学的な図形の特徴毎に制御則を定めた地図情報とを比較して、最も近い幾何学的な図形の制御則を、そのテレビカメラで捕えられた進行方向の制御則としていた。そのため、移動ロボットのテレビカメラで捕えられた進行方向の画像データを処理して幾何学的な特徴を抽出するのに時間がかかり、更に、この幾何学的な特徴と予め設定された幾何学的な図形の特徴毎に制御則を定めた地図情報とを比較する処理に時間がかかって

いた。

【0005】また、多くの異なる作業現場に対応できるようにするためには、幾何学的な図形の特徴に対する制御則の設定を増やすしかなかった。そのため、より多くの幾何学的な図形の特徴を有する地図情報と進行方向の画像データの幾何学的な特徴とを比較して制御則の判定の処理を行ななければならない、更に、制御則の判定の処理に時間がかかった。

【0006】このように、時間のかかる処理を行なうと、常時制御則を適用するために十分な読み出し速度を得にくいという問題点があった。また、幾何学的な図形の特徴を複数有する地図情報と進行方向の画像データの幾何学的な特徴とを比較して制御則の判定の処理を行なうので、定義された領域の数が増え、更に、制御則の判定の処理に時間がかかり、更に、読み出し速度が遅くなってしまうという問題点があった。

【0007】本発明の課題は、異なる複数の作業場所に対応できるようにするとともに、制御則の読み出し速度を上げることである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するため、地図情報作成手段によって、所定の領域毎に移動ロボットの移動に関する制御則を記述した地図情報が作成される。

【0009】制御則読出手段によって、移動ロボットの走行現在位置と移動ロボットに対する動作命令から移動ロボットが次に移動する位置である指令位置を生成し、前記地図情報より該指令位置に対応する位置の制御則が読み出される。

【0010】移動ロボット制御手段によって、操縦部からの動作命令及び前記制御則読出手段によって読み出した制御則に基づいて移動ロボットの移動が制御されるので、地図情報を作業場所毎に用意することによって、特別な処理を行うことなく、複数の作業場所に対応することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。本発明の実施形態は、各画素毎に制御則と1対1で対応する制御則番号を定め、その制御則番号を各画素毎に制御則データ配列に読み込むことで、所定の領域毎に移動に関する制御則を記述した地図情報を作成する。

【0012】移動ロボットの走行現在位置と移動ロボットに対する動作命令から移動ロボットが次に移動する位置である指令位置を生成し、その指令位置のX-Y座標系上の座標を求め、制御則データ配列の対応する座標の制御則番号を読み出す。

【0013】そして、その制御則番号を制御則番号と制御則番号に対応する制御則の対応関係を表わした番号—制御則対応表と照らし合せて制御則を読み出し、その制御則に基づき移動ロボットの移動を制御するというものである。

【0014】本発明の実施形態の移動ロボットの制御装置の全体構成について図1を参照しながら説明する。CPU2は、操縦部9からの動作命令及び移動ロボットの現在位置情報に基づき、特に図示していない記憶装置に装着される外部の記録媒体2aまたはROM5に記憶されているプログラム等により、VRAM3及びRAM4を使用しながらこの移動ロボット29の制御装置1において必要な処理を行なう。

【0015】走行駆動部6は、操縦部9からの動作命令に基づき生成された走行動作命令及びCPU2からの移動ロボット29の現在位置における制御則の制御パラメータに基づき動作する。

【0016】マニピュレータ7は、操縦部9からの動作命令及びCPU2からの移動ロボット29の現在位置における制御則の制御パラメータに基づき動作する。モニタカメラ8は、移動ロボット29の進行方向の映像をとらえ、モニタテレビ10は、その映像を映し出す。

【0017】操縦部9は、作業員がモニタテレビ10に映し出された映像を見ながら操作すると、操作状況に応じた動作命令をCPU2、駆動部6、及びマニピュレータ7に転送する。

【0018】つぎに、本発明の実施形態の移動ロボット29の制御装置1の概略動作について図2を参照しながら説明する。図2は、移動ロボット29の制御装置1と操縦部9の全体構成を表わす図である。

【0019】移動ロボット29のテレビカメラ8でとらえられた映像は、モニタテレビ10に映し出される。作

業員21が、その映像を見ながら操縦部9を操作すると、操縦部9より、操作状況に応じた動作命令が無線機22を介して、移動ロボット29に内蔵されている無線機23に動作命令が転送される。

【0020】移動ロボット29に内蔵されている無線機23に転送された動作命令は、走行制御部24及びマニピュレータ制御処理部27に転送され、その動作命令に基づく制御処理が行なわれる。

【0021】なお、指令位置は、現在位置と動作命令より指令位置を求め、その指令位置に基づき制御則の制御パラメータを読み出し、その制御パラメータが走行制御部24及びマニピュレータ7に転送されるまでの時間と同じ時間が経った時に、移動ロボット29が位置する位置であり、地図情報の各画素は移動ロボット29に比べてとても小さいものとする。

【0022】また、走行制御部24は、走行駆動部6から転送される移動ロボット29の現在位置の情報である走行現在位置情報と動作命令とより、移動ロボット29が次に移動する位置である指令位置の指令位置情報を生成する。その生成された指令位置情報は、制御則読出処理部25に転送される。

【0023】制御則読出処理部25は、指令位置情報に基づいて地図情報記憶部26より制御則のマニピュレータ制御パラメータ、走行制御パラメータ、及びインターロック種類を読み出し、マニピュレータ制御パラメータをマニピュレータ制御処理部27に転送し、走行制御パラメータを走行制御部24に転送し、インターロック種類をインターロック処理部28に各々転送する。

【0024】マニピュレータ制御処理部27は、動作命令及びマニピュレータ制御パラメータに基づきマニピュレータ7の動作を制御するとともに、マニピュレータ7の現在状態情報をインターロック処理部28に転送する。

【0025】インターロック処理部28は、インターロック種類とマニピュレータ7の現在状態とに基づきインターロックデータを走行制御部24に転送する。走行制御部24は、動作命令、走行制御パラメータ、及びインターロックデータに基づき走行制御を行なう。

【0026】なお、走行制御部24、制御則読出処理部25、及びマニピュレータ制御処理部27は、CPU2が記録媒体2a或いはROM5に格納されたプログラムを実行することで実現される機能を仮想的に表わしたものであり、また、地図情報記憶部26は、VRAM3によって実現される機能を仮想的に表わしたものである。

【0027】つぎに、本発明の実施形態の詳細な動作について、図3から図11を参照しながら説明する。本発明の実施形態の移動ロボット29の制御装置1の全体動作について説明する。

【0028】図3は、CPU2が記録媒体2aに格納されたプログラムを実行することにより行なわれる本発明

の実施形態による移動ロボット制御処理のフローチャートである。

【0029】まず、操縦部9の操作により、新たな地図情報の作成ならば、地図情報を作成するので、地図情報の作成か否かを判断し(S1)、地図情報の作成を行なう(S2)。

【0030】地図情報の作成手順の詳細について、図4及び図5を参照しながら説明する。図4は、地図情報作成処理のフローチャートであり、図5は、地図情報の作成手順を示した図である。図4及び図5を対応させながら説明する。

【0031】地図情報の作成手順を説明する前に、地図情報の作成手順の一例として作成する作業場所の間取りと移動ロボット29を制御するときの約束ごとについて述べる。

【0032】これから地図情報の作成手順の一例として作成する作業場所41の間取りは、工作機械A42と工作機械B43とがあり、移動ロボット29は、作業員21の操縦に従って工作機械B43で加工したワークを矢印49の方向に抜き取り、工作機械A42に矢印50の方向に差し入れるものとする。工作機械A42と工作機械B43の間には、防火シャッター44があり、防火シャッター44は通常開いているものとする。また、作業場所41は、周りを壁で囲まれており、ドア48があるものとする。なお、移動ロボット29の指令位置の検出系における位置は、作業場所41の壁と平行に座標軸を持つ直交座標系上で表現されるものとする。

【0033】また、作業場所41において移動ロボット29の移動を制御する時に以下のような約束ごとがあるとする。

①壁、機械の周囲はゆっくりと走行しなければならない。

②狭い場所を抜けるときにはマニピュレータ7を縮めなければならない。

③ドア48の周辺に進入してはならない。また、機械、防火シャッター44には進入してはならない。

【0034】それぞれの約束ごとを適用する場所を低速走行領域45(約束ごとの①に対応)、マニピュレータ動作不可領域46(約束ごとの②に対応)、及び進入不可領域47(約束ごとの③に対応)として、それぞれ制御則を決定する。なお、簡単化のために、マニピュレータ動作不可領域46は低速走行を行なうものとする。

【0035】以上の条件で地図情報の作成手順について説明する。まず、約束ごとを適用する場所を低速走行領域45、マニピュレータ動作不可領域46、及び進入不可領域47としてそれぞれ判別し、描画領域52を決定する(S11)。描画領域52の大きさは、制御則の違う領域をかき分けられるぐらい大きいものとする。また、描画領域52における縦横の画素数が後述する制御則データ配列の大きさとなる。

【0036】つぎに、図5(b)のように、描画領域52を制御則の異なる領域に分割する線、分割線51を描く(S12)。分割線51の描画色は、後述する塗りつぶし色とは異なるものにする。

【0037】分割線51で分割された各領域について、図5(c)に示すように、領域内の任意の点53を指定し(S13)、図5(d)に示すように、その領域における制御則を表わす色で塗りつぶす(S14)。なお、図5(c)の位置は、工作機械B43と壁の間及び防火シャッタ44と壁の間を通り抜けるので、狭い場所を通り抜けることになり、ロボットを制御するときの制約ごと②があてはまる。従って、マニピュレータ動作不可領域46となり、このマニピュレータ動作不可領域46に適用される制御則の色で塗りつぶされる。

【0038】制御則を表わす色は、制御則と1対1で対応した色で、特に図示していない制御則一色対応表に照らし合せて変換する。また、塗りつぶしは、一般的なビデオメモリ上での塗りつぶしと同じ方式なのでここでは説明を省略する。この塗りつぶしの処理を行なうことにより、各領域内の点に対応する配列のデータが、制御則の番号となる。

【0039】なお、塗りつぶしの境界は以下のように定める。

- ・分割線51まで(分割線51を含む)。
- ・描画領域52の端まで(端を含む)。
- ・上記以外で、その点に対応する配列のデータが制約なしを表わすものでない点まで(その点は含まない)。

【0040】そして、描画領域52内の各点毎に色を制御則番号に変換し、作業場所41に対応する制御則データ配列に読み込むことで地図情報が作成できる(S15)。本発明の実施形態の移動ロボット29の制御装置1の全体動作の説明に戻る。

【0041】つぎに、移動ロボット29の走行現在位置情報と操縦部9からの動作命令とから、つぎに移動ロボット29が進入する位置である指令位置を求める(S3)。そして、ステップS3の処理によって求められた指令位置における制御則を読み出す。

【0042】制御則の読み出し処理の詳細について図6及び図7を参照しながら説明する。図6は、制御則読出処理のフローチャートであり、図7は、地図情報からの制御則の読み出しを示す図である。

【0043】まず、制御則読出処理部25が、走行制御部24からの指令位置情報をY軸指令位置情報とX軸指令位置情報とに分解し(S21)、Y軸指令位置情報及びX軸指令位置情報の座標位置を表わす整数の値(以下、添え字という)への変換を、Y軸指令位置情報のY軸指令位置の最大値に対するY軸指令位置情報のY軸指令位置の値の比に対応する制御則データ配列62のY軸の値をY軸指令位置の座標値j<sub>y</sub>として求め、また、X軸指令位置情報のX軸指令位置の最大値に対するX軸指

令位置情報のX軸指令位置の値の比に対応する制御則データ配列62のX軸の値をX軸指令位置の座標値i<sub>x</sub>として求め、整数化(四捨五入、切り捨て等)することで行なう(S22)。

【0044】ステップS22の処理によって求めた添え字に対応する座標D<sub>ij</sub>63より、その座標の制御則を表わす制御則番号を地図情報記憶部26より制御則読出処理部25に読み込む(S23)。

【0045】その制御則番号を番号一制御則対応表64と照らし合せて制御則番号に対応する制御則の制御パラメータを求める。なお、番号一制御則対応表64は、制御則番号と対応する制御パラメータの列とを要素とする表である。

【0046】ここで、制御則番号と制御則の制御パラメータの対応を表わした番号一制御パラメータ対応表の一例を図8に示す。制御パラメータは、マニピュレータ制御パラメータ、走行制御パラメータ、及びインターロック種類等がある。

【0047】マニピュレータ制御パラメータは、マニピュレータ制御処理部27に転送され、マニピュレータ7の動作を制御するパラメータであり、動作可/不可フラグ及びマニピュレータ動作範囲がある。

【0048】走行制御パラメータは、走行制御部24に転送され、走行駆動部6の動作を制御するパラメータであり、走行可/不可フラグ、操作可/不可フラグ及び最高速度がある。

【0049】インターロック種類は、インターロック処理部28に転送され、インターロックがあるならば、マニピュレータ制御処理部27の動作を禁止し、また、マニピュレータ7の現在状態に基づいて、走行禁止命令を走行制御部24に転送し、走行駆動部6を停止する。

【0050】本発明の実施形態の移動ロボット29の制御装置1の全体動作の説明に戻る。つぎに、制御則読出処理部25から転送されたマニピュレータ制御パラメータ、走行制御パラメータ、及びインターロック種類に基づき、マニピュレータ7及び走行駆動部6の動作を制御する(S5)。マニピュレータ7及び走行駆動部6の動作の制御処理について図9から図11を参照しながら説明する。

【0051】マニピュレータ7及び走行駆動部6の動作の制御の一例として制御処理を行なうにあたって、以下のような動作上の制約を制御則として持つものとして説明する。

(A) 場所により、マニピュレータ7の動作を禁止する。また、マニピュレータ7が伸びたままで、その場所に進入することを禁止する(マニピュレータ動作不可領域46)。

(B) 場所により、移動ロボット29の走行速度を制限する(低速走行領域45)。

(C) 場所により、移動ロボット29のマニピュレータ

7の動作範囲を制限する（マニピュレータ縮退運転領域）。

（D）場所により、移動ロボット29の進入を禁止する（進入禁止領域）。

（E）場所により、移動ロボット29の動作命令による停止を禁止し、その場で操作を禁止する（操作禁止領域）。

【0052】前記制御則を実現するには、以下のよう  
に制御パラメータを設定することで実現できる。

（a）マニピュレータ動作不可領域46  
インターロック種類をインターロック有りとする。

（b）低速走行領域45  
走行制御パラメータの最高速度を低く設定する。

（c）マニピュレータ縮退運転領域  
マニピュレータ制御パラメータでマニピュレータ動作範囲を狭く設定する。

（d）進入禁止領域  
走行制御パラメータで走行不可とする。

（e）操作禁止領域  
マニピュレータ制御パラメータの動作制御パラメータを動作不可、走行制御パラメータの操作制御パラメータを操作不可とする。

【0053】まず、マニピュレータ制御パラメータに基づくマニピュレータ7の制御処理について、図9のマニピュレータ制御パラメータに基づくマニピュレータ7の制御処理のフローチャートを参照しながら説明する。

【0054】まず、マニピュレータ7の動作命令があるか否かを判断する（S31）。マニピュレータ7の動作命令があれば（YES）、動作可／不可フラグが“1”か否かを判断する（S32）。

【0055】マニピュレータ7の動作命令がないならば（NO）、マニピュレータ7の動作を停止する（S35）。動作可／不可フラグが“1”か否かを判断し（S32）、動作可／不可フラグが“1”でマニピュレータ7が動作可ならば、つぎに、インターロックによるマニピュレータ7の動作禁止命令があるか判断する（S33）。

【0056】移動ロボット29の指令位置が操作禁止領域以外ならば、動作可／不可フラグが“1”（動作可）となる（YES）。移動ロボット29の指令位置が操作禁止領域ならば、動作可／不可フラグが“0”となり（NO）、マニピュレータ7の動作命令に基づきマニピュレータ7の動作を停止する（S35）。

【0057】インターロックによるマニピュレータ7の動作禁止命令があるか判断して（S33）、移動ロボット29の指令位置がマニピュレータ動作不可領域46でないならば、インターロックによるマニピュレータ7の動作禁止命令はなく、マニピュレータ7の動作命令に基づきマニピュレータ制御パラメータのマニピュレータ動作範囲で指定された動作範囲内でマニピュレータ7を動

作する（S34）。なお、マニピュレータ動作範囲によってマニピュレータ7の動作範囲が制限されていなければ、マニピュレータ7の動作命令に基づきマニピュレータ7を動作する（S34）。

【0058】移動ロボット29の指令位置がマニピュレータ動作不可領域46ならば、インターロックによるマニピュレータ7の動作禁止命令があり、動作禁止命令に基づきマニピュレータ7の動作を停止する（S35）。

【0059】以上の処理により、移動ロボット29の指令位置が操作禁止領域以外ならば、マニピュレータ7の動作命令に基づきマニピュレータ制御パラメータのマニピュレータ動作範囲で指定された動作範囲内でマニピュレータ7を動作でき、移動ロボット29の指令位置が操作禁止領域ならば、マニピュレータ7の動作命令に基づくマニピュレータ7の動作を禁止するというようにマニピュレータ7の動作を制御できる。また、移動ロボット29の指令位置がマニピュレータ動作不可領域46ならば、インターロックによるマニピュレータ7の動作禁止命令に基づきマニピュレータ7の動作を停止するというようにマニピュレータ7の動作を制御できる。

【0060】つぎに、走行制御パラメータに基づく走行駆動部7の制御処理について、図10の走行制御パラメータに基づく走行駆動部7の制御処理のフローチャートを参照しながら説明する。

【0061】まず、移動ロボット29の指令位置が操作禁止領域であり、その場の操作が禁止か否かを判断するために、操作可／不可フラグが“1”か否かを判断する（S41）。

【0062】移動ロボット29の指令位置が操作禁止領域ならば、操作可／不可フラグが“0”（操作不可）となり、その場で操作を禁止する（S43）。移動ロボット29の指令位置が操作禁止領域でないならば、操作可／不可フラグが“1”（操作可）となり、操縦部9からの動作命令に基づき走行が可能なので、操縦部9からの動作命令が停止か否かを判断する（S42）。

【0063】動作命令が停止ならば（YES）、作業員21が意図的に操縦部9を操作して移動ロボット29を停止させたので動作命令に従い走行駆動部6を停止して移動ロボット29を停止する（S48）。

【0064】動作命令が走行ならば（NO）、動作命令及び走行制御パラメータに基づき走行駆動部6を駆動させる前に、走行可か否かを判断する（S44）。移動ロボット29の指令位置が進入禁止領域ならば、走行可／不可フラグが“0”（走行不可）となり、走行駆動部6を停止して移動ロボット29を停止する（S48）。

【0065】移動ロボット29の指令位置が進入禁止領域でないならば、走行可／不可フラグが“1”（走行可）となり、操縦部9からの動作命令に基づき走行が可能なので、動作命令及び走行制御パラメータに基づき走行駆動部6を駆動させる前に、更に、インターロックに



よる走行停止があるか否かを判断する(S45)。

【0066】インターロックによる走行停止命令があるのならば(YES)、走行駆動部6を停止して移動ロボット29を停止する(S48)。インターロックによる走行停止命令がないならば(NO)、走行制御パラメータの走行最高速度を確認し(S46)、操縦部9からの動作命令に基づき走行最高速度以内で走行する(S47)。

【0067】なお、インターロックによる走行停止命令は、移動ロボット29の指令位置がマニピュレータ動作不可領域46に位置し、マニピュレータ7が伸びた状態のときにインターロック処理部28より走行制御部24に転送される。

【0068】以上の処理により、移動ロボット29の指令位置がマニピュレータ動作不可領域46に位置し、マニピュレータ7が伸びた状態ならば、インターロックにより走行を停止し、進入禁止領域ならば、走行可/不可フラグを“0”として走行不可とし、操作禁止領域ならば、動作命令のあるときには、また、走行可/不可フラグが“1”(走行可)ならば、操作可/不可フラグを“0”として操作を不可にすることができる。

【0069】つぎに、前記マニピュレータ制御パラメータに基づくマニピュレータ制御処理部27の制御処理及び前記走行制御パラメータに基づく走行駆動部7の制御処理で適用されるインターロックについて説明する。

【0070】インターロックの詳細について図11のインターロック種類に基づくインターロック処理部28のインターロック処理のフローチャートを参照しながら説明する。

【0071】インターロックは、制御パラメータのインターロック種類のインターロックであることを示すフラグであるインターロックフラグが“1”か否かを判断して(S51)、移動ロボット29の指令位置がマニピュレータ動作不可領域46に位置するならば、インターロックフラグが“1”となり(YES)、マニピュレータ制御処理部27にマニピュレータ動作禁止命令を転送する(S52)。

【0072】更に、インターロックフラグが“1”ならば、マニピュレータ7が伸びたままか否かを判断して(S53)、マニピュレータ7が伸びたままならば(YES)、走行禁止命令を走行制御部24に転送する(S54)。

【0073】以上の処理により、移動ロボット29の指令位置がマニピュレータ動作不可領域46に位置するならば、マニピュレータ7の動作命令があっても、インターロックによりマニピュレータ動作禁止命令がマニピュレータ制御処理部27に転送され、マニピュレータ7の動作を禁止することができる。また、マニピュレータ7が伸びたままマニピュレータ動作不可領域46に進入しようとしても、インターロックにより走行禁止命令が走

行制御部24に転送され、その位置で停止することができる。

【0074】以上のように、移動ロボット29の指令位置及びマニピュレータ7の状態に応じて、読み出した制御則に基づきマニピュレータ7及び走行駆動部6を制御することができ、移動ロボット29の移動を制御することができる。

【0075】したがって、地図情報61を移動ロボット29の作業場所41に合わせて作成すれば、その作成した地図情報61より移動ロボット29の指令位置の制御則を読み出すことができ、その制御則に基づき、移動ロボット29を制御することができるので、制御則の読み出し時間が変わらず、従来のように、特別な処理を行なうために、処理時間が長くなり、常時制御則を移動ロボット29に適用するための読み出し速度が得にくいということがない。

【0076】また、地図情報61を作成すれば、複数の作業場所41に対応する移動ロボット29を実現できる。なお、本発明は、図2に示したような移動ロボットに限られるだけでなく、マニピュレータが複数ある移動ロボット、ケーブル等によって動作命令を伝送する移動ロボット等に適用してもよい。

【0077】また、本発明の実施形態において、記録媒体2aとしては、図12に示すように、例えば、CD-ROMディスクや、フロッピーディスク、更には特に図示していないMOディスク、DVD-ROMディスク、或いはリムーバブルディスク等の可搬記憶媒体76や、CPU2を含むコンピュータ71からネットワーク回線75を介して接続されるプログラムサーバ73の記憶装置74や、或いはコンピュータ71自身が有する記憶装置72(RAMやハードディスク)が含まれる。

【0078】

【発明の効果】以上、説明したように、本実施形態によれば、所定の領域毎に移動に関する制御則を記述した地図情報を作成し、移動ロボットが移動しているときに、移動ロボットの現在走行位置と移動ロボットに対する動作命令より指令位置を生成し、その指令位置に対応する地図情報の位置の制御則を読み出して、操作部からの動作命令及び制御則に基づき移動ロボットの移動が制御されるので、制御則を記述した地図情報を作成さえすれば、特別な処理を行うことなく複数の作業場所における移動ロボットの移動則を求めることができる。

【0079】また、作業場所が変わっても、移動ロボットの移動に関する制御則を求める処理は変わらないので、処理時間が長くなり、読み出し速度が遅くなることなく、十分な読み出し速度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる実施形態の回路構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の移動ロボットの制御装置の全体構成を

示す図である。

【図 3】本発明の移動ロボット制御処理を説明するフローチャートである。

【図 4】本発明の地図情報作成処理を説明するフローチャートである。

【図 5】地図情報の作成手順を示す図である。

【図 6】本発明の制御則読出処理を説明するフローチャートである。

【図 7】地図情報からの制御則の読み出しを示す図である。

【図 8】番号—制御則パラメータ対応表の一例を示す図である。

【図 9】本発明のマニピュレータ制御パラメータに基づくマニピュレータの制御処理を説明するフローチャートである。

【図 10】本発明の走行制御パラメータに基づく走行制御部の制御処理を説明するフローチャートである。

【図 11】本発明のインターロック種類に基づくインターロック処理を説明するフローチャートである。

【図 12】本発明のコンピュータが読み取り可能な記録媒体の例を示す図である。

#### 【符号の説明】

- 1 制御装置
- 2 CPU
- 2 a 記録媒体
- 3 VRAM
- 4 RAM
- 5 ROM
- 6 走行駆動部
- 7 マニピュレータ
- 8 モニタカメラ
- 9 操縦部
- 10 モニタテレビ

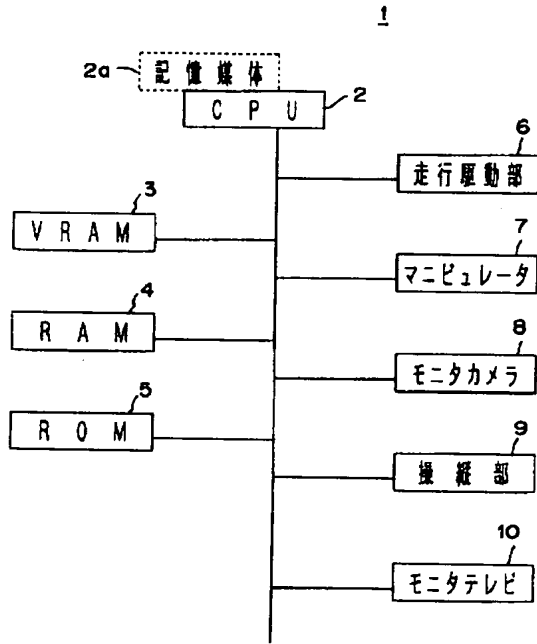
- 21 作業員
- 22 無線機
- 23 無線機
- 24 走行制御部
- 25 制御則読出処理部
- 26 地図情報記憶部
- 27 マニピュレータ制御処理部
- 28 インターロック処理部
- 29 移動ロボット
- 41 作業場所
- 42 工作機械 A
- 43 工作機械 B
- 44 防火シャッター
- 45 低速走行領域
- 46 マニピュレータ動作不可領域
- 47 進入不可領域
- 48 ドア
- 49 矢印
- 50 矢印
- 51 分割線
- 52 描画領域
- 53 任意の点
- 61 地図情報
- 62 制御則データ配列
- 63 座標  $D_{ij}$
- 64 番号—制御則対応表
- 71 コンピュータ
- 72 記憶装置
- 73 プログラムサーバ
- 74 記憶装置
- 75 ネットワーク回線
- 76 可搬記録媒体

10

30

【図1】

本発明に係わる実施形態の  
回路構成を示すブロック図



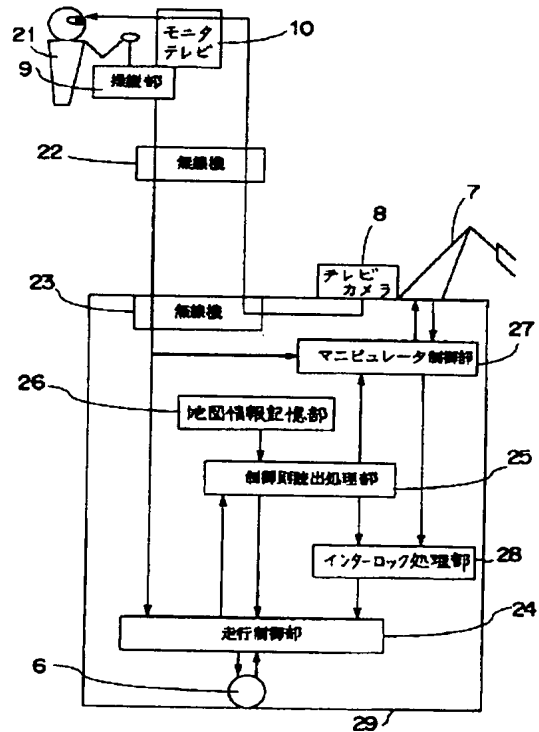
【図8】

番号-制御則パラメータ対応表の  
一例を示す図

制御 番号	テレビ制御パラメータ		走行制御パラメータ		制御 番号
	テレビ 動作範囲 不可/可	テレビ 動作範囲 可/不可	走行 動作範囲 不可/可	走行 動作範囲 可/不可	
0	1	広い	1	1	有り
1	1	広い	1	1	なし
2	1	狭い	1	1	なし
3	1	広い	0	1	なし
4	0	広い	1	0	なし

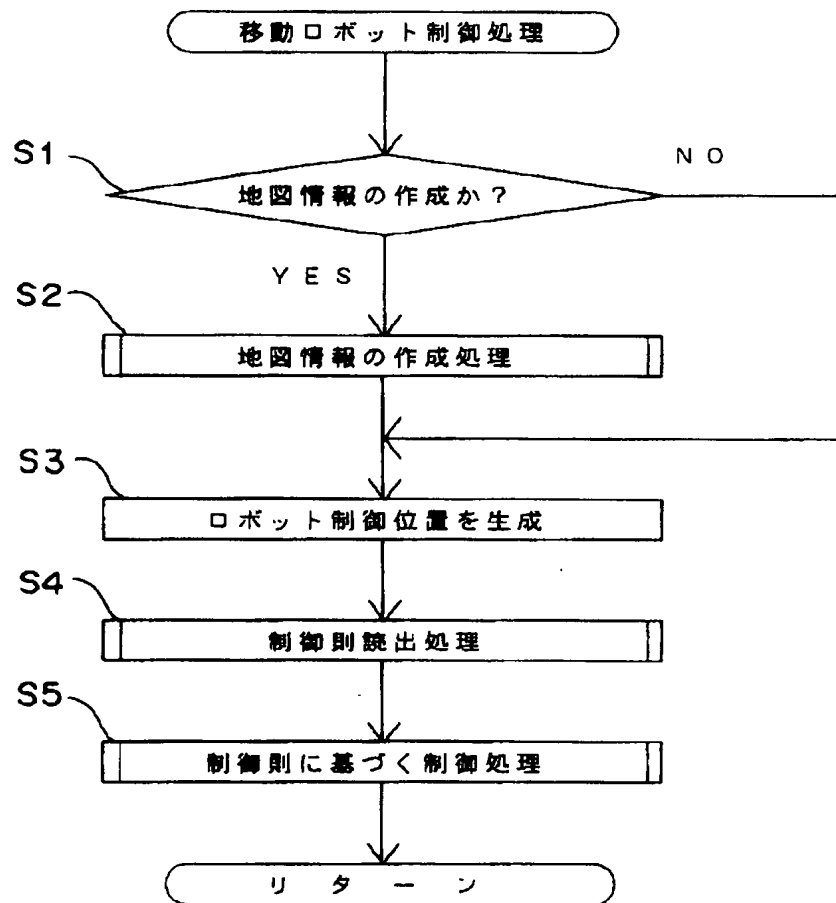
【図2】

本発明の移動ロボットの  
制御装置の全体構成を示す図



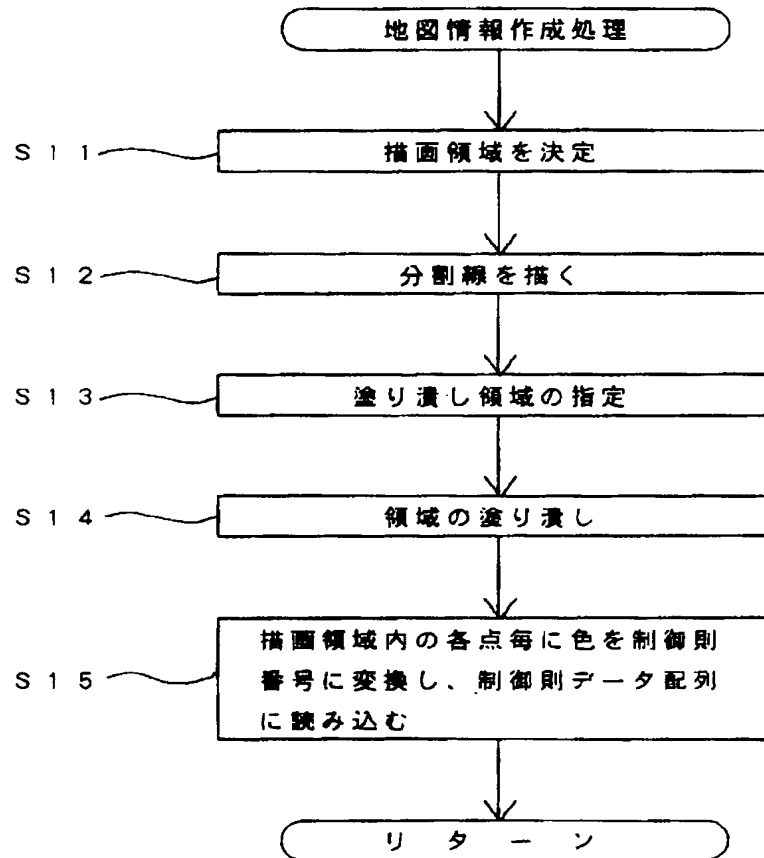
【図3】

本発明の移動ロボット制御処理を  
説明するフローチャート



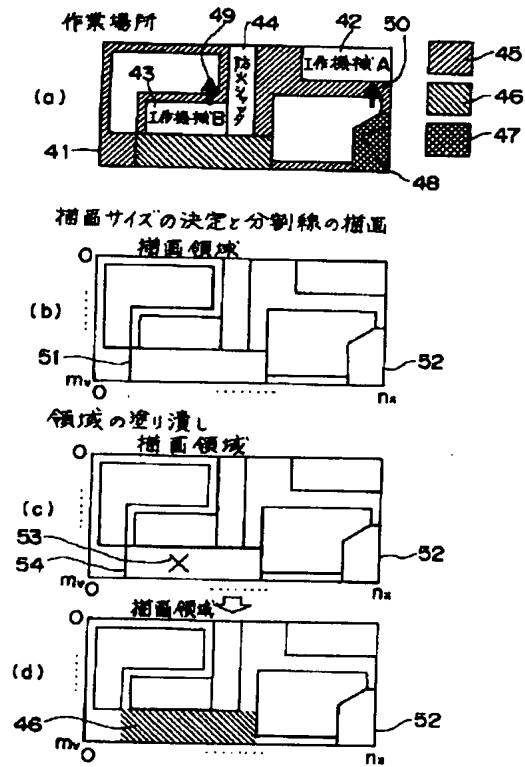
【図4】

本発明の地図情報作成処理を  
説明するフローチャート



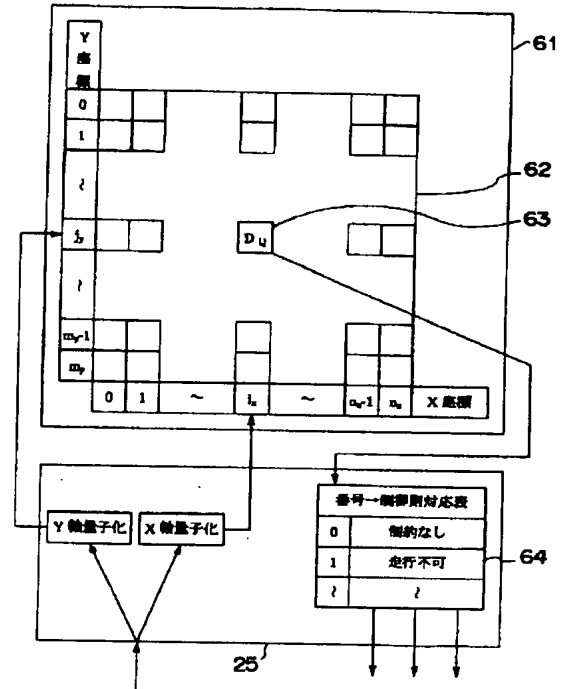
【図5】

地図情報の作成手順を示す図



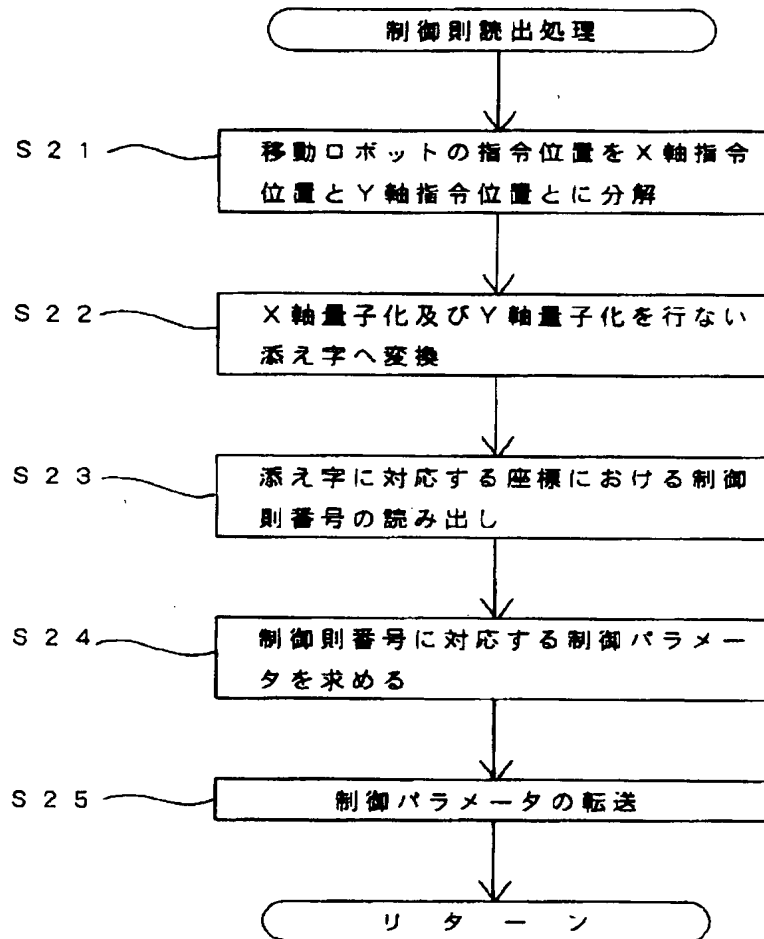
【図7】

地図情報からの制御則の読み出しを示す図



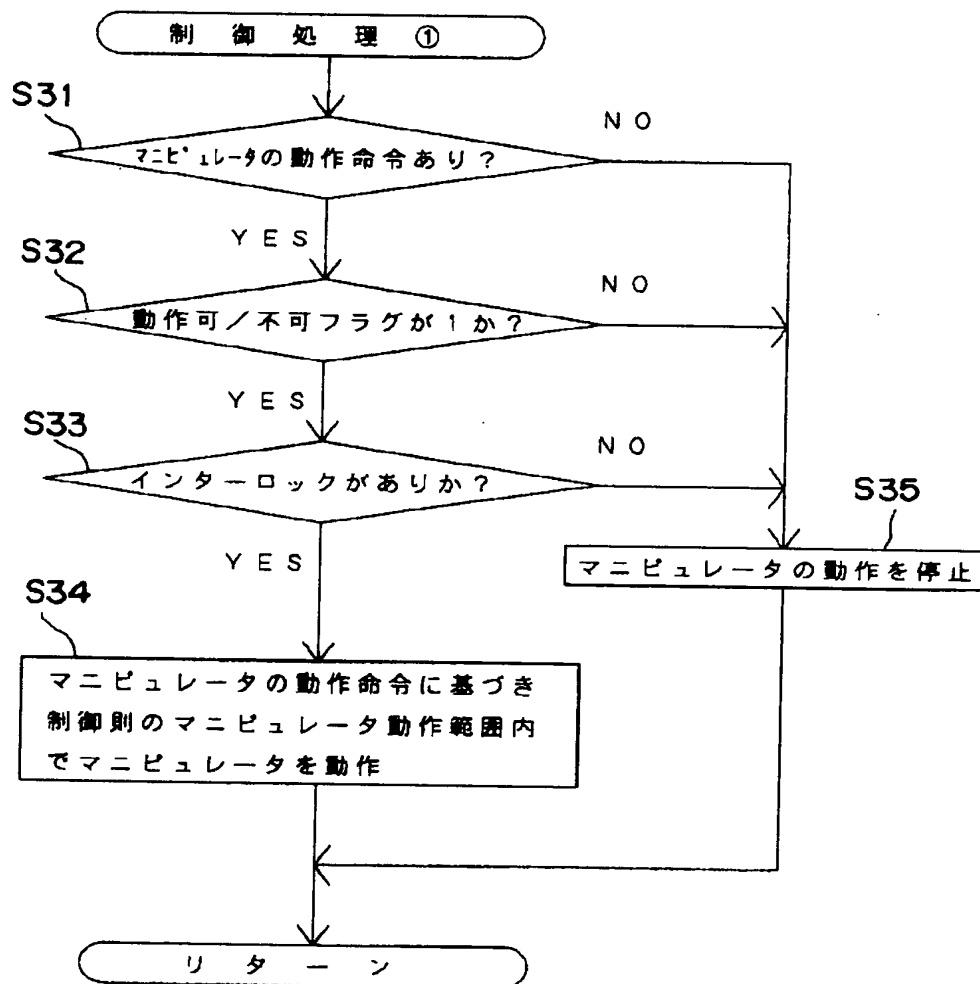
【図6】

本発明の制御則読出処理を  
説明するフローチャート



【図9】

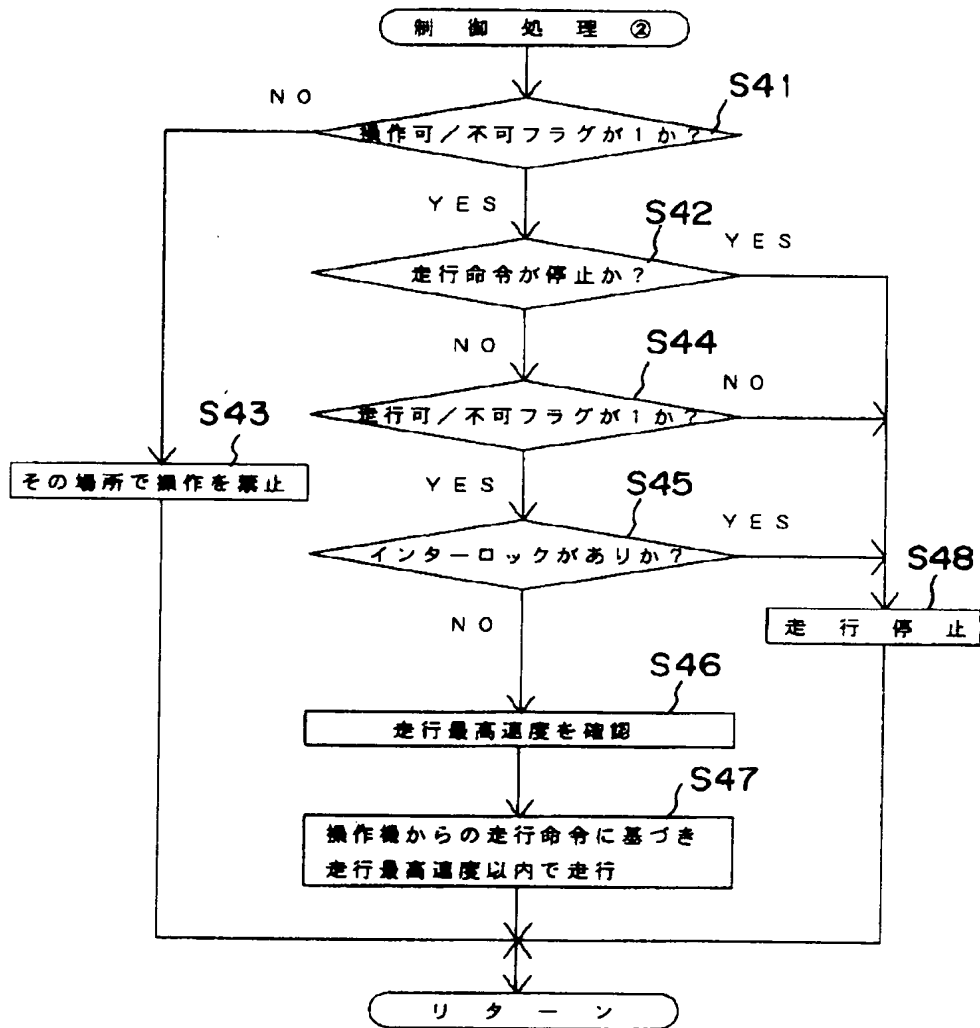
本発明のマニピュレータ制御パラメータに  
基づくマニピュレータの制御処理を説明する  
フローチャート





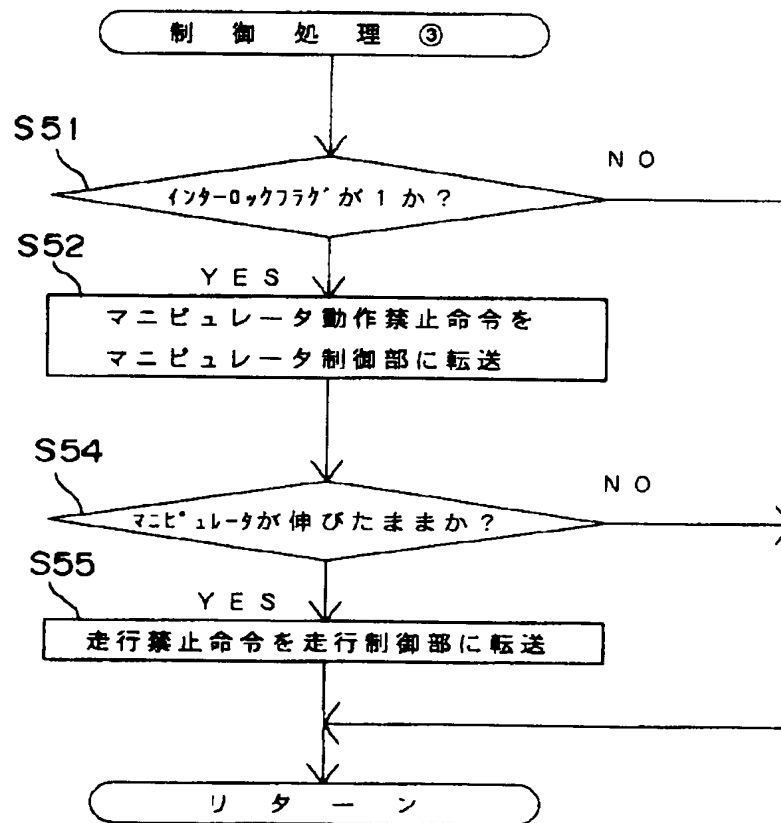
【図10】

本発明の走行制御パラメータに基づく  
走行制御部の制御処理を説明する  
フローチャート



【図11】

本発明のインターロック種類に基づく  
インターロック処理を説明するフローチャート



【図12】

本発明のコンピュータが読み取り可能な  
記録媒体の例を示す図

